

## **Sistem Detektor Kebakaran untuk Rumah Susun dengan Sistem *Wireless Sensor Network***

Fardhan Arkan

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung  
arkanfardhan@gmail.com

### *Abstract*

*Fire is one disaster that often leads to the large amount of material losses and casualties. This is partly due to the lack of support tools provided by residential buildings. There are two kinds of systems of fire protection of buildings against disasters namely active and passive protection systems. One example of passive protection system is a system of early detection of the symptoms of fire. The existence of this detection system is very important because it can avoid the fires that endanger the occupants of the house more. The fire detector system design using technology *Wireless Sensor Network* (WSN).*

*Wireless Sensor Network technologies are used by utilizing the Zigbee wireless network as data communication. In which every residential building mounted fire detectors consisting of 1 smoke sensor, 1 temperature sensor and, 1 censor hotspots. One of the advantages of the ZigBee network is also in addition to the license -free operation is very easy, it is small and requires very low power. Besides, also the application of ZigBee technology in this thesis is used to establish communication protocols and systems make the security system and the reliability of data. This technology consist of a standard seven layer OSI model.*

*Keywords: protection systems, active and passive, wireless sensor networks, ZigBee.*

### Intisari

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang seringkali menyebabkan besarnya jumlah kerugian material dan korban jiwa. Hal ini salah satunya disebabkan oleh kurangnya peralatan pendukung yang disediakan oleh rumah susun. Terdapat dua macam sistem perlindungan bangunan terhadap bencana kebakaran yakni sistem proteksi aktif dan pasif. Salah satu contoh sistem proteksi pasif adalah adanya sistem deteksi dini terhadap gejala kebakaran. Adanya sistem deteksi ini sangat penting karena dapat menghindari proses kebakaran yang lebih meluas baik bangunan rumah maupun harta benda.

Perancangan sistem detektor kebakaran ini menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) yang digunakan dengan memanfaatkan jaringan nirkabel Zigbee yang diatur dalam standar IEEE 802.15.4 sebagai komunikasi datanya. Salah satu kelebihan pada jaringan Zigbee ini adalah selain bebas lisensi juga pada pengoperasiannya yang sangat mudah, bentuknya kecil dan membutuhkan daya yang sangat rendah. Posisi Pada penerapannya perangkat keras zigbee dibagi menjadi beberapa bagian yaitu: 1 perangkat *Coordinator* pada *Master Station* (MS) dan 2 perangkat *End Device* pada masing-masing titik unit (RTU). Sinyal RSSI pada zigbee dimanfaatkan untuk melihat besar kekuatan penerimaan sinyal pada *Coordinator* sebagai pengumpul data. Nilai RSSI (-dBm) menjadi semakin kecil pada variasi jarak maksimal, ini berarti kekuatan sinyal yang terjadi pada titik lompatan data semakin rendah. Komunikasi data berbasis Zigbee untuk detektor kebakaran sudah dapat dibangun dengan baik pada *model join a network* yaitu antara *Coordinator* – *End Device* pada jarak terjauh dalam ruangan (Indoor) 72,8 meter dengan kekuatan sinyal -73,67dBm.

Kata kunci : Sistem proteksi, aktif dan pasif, wireless sensor network, zigbee, detektor kebakaran.

## I. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Peristiwa kebakaran dapat terjadi dimana saja baik tempat umum maupun di perumahan. Penyebab kebakaran diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain: hubungan pendek instalasi listrik, kebocoran gas, puntung rokok, dan sebagainya. Pada umumnya, kebakaran diketahui jika keadaan api sudah mulai membesar atau asap hitam telah mengepul keluar dari bangunan. Sistem keamanan pada bangunan (gedung atau di perumahan) dibutuhkan dikarenakan bahaya kebakaran datang tidak mengenal waktu, sehingga pencegahan dini dapat menghilangkan munculnya kebakaran, dan kerugian materiil maupun nonmateriil dapat dihindari.

Peralatan pendeteksi dini kebakaran yang dibuat menggunakan tiga buah sensor yaitu sensor asap, sensor titik api dan sensor suhu. Sistem akan bekerja ketika salah satu dari ketiga sensor tersebut mendeteksi adanya gejala akan terjadinya kebakaran. Keluaran dari sensor (*End Device*) langsung diteruskan ke *Coordinator* untuk ditampilkan pada monitor pendeteksi.

### 1.2 Tinjauan Pustaka

ZigBee adalah standar dari IEEE 802.15.4 untuk komunikasi data pada alat konsumen pribadi maupun untuk skala bisnis. ZigBee didesain dengan konsumsi daya yang rendah dan bekerja untuk jaringan personal tingkat rendah. Perangkat ZigBee biasa digunakan untuk mengendalikan sebuah alat lain maupun sebagai sebuah sensor yang wireless. ZigBee memiliki fitur dimana mampu mengatur jaringan sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada jaringan (Ahamed 2005). Kelebihan dari ZigBee lainnya adalah membutuhkan daya rendah, sehingga bisa digunakan sebagai alat pengatur secara wireless yang penginstalan hanya perlu

dilakukan sekali, karena hanya dengan satu baterai dapat membuat ZigBee bertahan hingga setahun. ZigBee adalah spesifikasi untuk protocol komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada standart IEEE 802.15.4 yang berhubungan dengan wireless personal area networks (WPANs). Teknologi dari ZigBee sendiri dimaksudkan untuk penggunaan pengiriman data secara wireless yang membutuhkan transmisi data rendah dan juga konsumsi daya rendah, dan juga tidak lebih mahal dibandingkan dengan WPANs lain seperti Bluetooth.

. Penekanan dalam penelitian ini terletak pada proses transfer data dari sensor suhu, sensor titik api dan sensor asap ke pusat kontrol. Transfer data dalam hal ini dimaksudkan adalah kecepatan transfer data dan kekuatan sinyal dengan jarak terjauh yang bisa dijangkau oleh zigbee tersebut.

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Objek Penelitian

Ada dua hal yang akan menjadi objek penelitian kita yaitu :

- Rangkaian sensor kebakarannya
- Zigbee sebagai piranti pengirim dan penerima data.

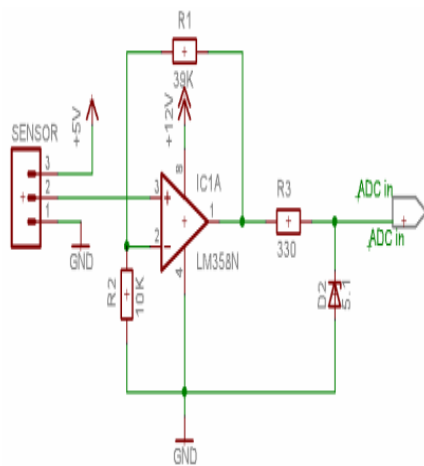


Gambar 2.3 Draf urutan penelitian

## 2.2 Rangkaian Sensor Kebakaran

### 2.2.1 Rangkaian Sensor Suhu

Rangkaian sensor suhu beserta penguatnya yang dibuat seperti pada gambar 2.1

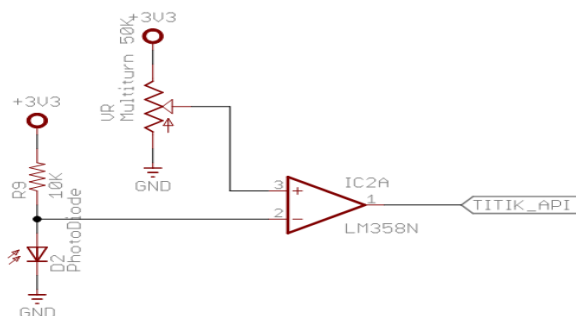


Gambar 2.1 Sensor LM 35 beserta penguat sinyal

Sensor suhu yang digunakan dalam peralatan ini adalah IC LM35DZ Alasan digunakannya IC ini karena mempunyai sifat linier terhadap perubahan suhu, sebesar 10mV tiap kenaikan satu derajat celsius.

### 2.2.2 Rangkaian Sensor Titik Api

Sensor Titik Api dengan Photo Diode



Gambar 2.2 Rangkaian deteksi titik api

Deteksi titik api menggunakan kombinasi sebuah photodiode dan sebuah IC LM358N. Saat ada intensitas cahaya datang maka transistor akan saturasi tetapi saat tidak ada cahaya yang mengenai fototransistor maka tidak terjadi aliran arus dari kolektor ke emitor, pada saat ini transistor dalam kondisi cut-off sehingga kondisi kaki kolektor berlogika tinggi. Sebaliknya pada saat photodiode menerima cahaya maka terjadi aliran arus dari kaki kolektor ke emitor sehingga kaki kolektor berlogika rendah. Keluaran dari kaki kolektor dimasukkan ke bagian masukan komparator.

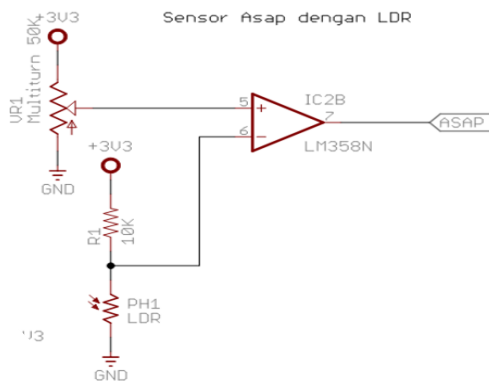
Jika tidak terdapat cahaya, keluaran rangkaian pendeteksi akan berkisar 0,22 V maka keluaran ini akan dibandingkan dengan tegangan referensi 0,3 V sehingga komparator akan berlogika tinggi. Jika terdapat asap, keluaran rangkaian pendeteksi akan lebih dari 2 V maka keluaran ini akan dibandingkan dengan tegangan referensi sehingga komparator akan berlogika rendah.

### 2.2.3 Rangkaian Sensor Asap

Prinsip umumnya sensor asap berfungsi untuk mendeteksi keberadaan asap di udara. Namun, dalam perkembangannya aplikasi yang sama sekali tidak menggunakan komponen sensor asap pun juga bisa dikatakan sebagai sensor asap. Walaupun dengan kemampuan yang berbeda. Sensor ini dapat mengenali perubahan udara yang disebabkan khususnya oleh asap. Dimana untuk jenis sensor asap tertentu juga dapat mendeteksi kandungan apa saja yang terdapat dalam asap tersebut.

Prinsip kerja sensor asap, sensor akan terus menerus memancarkan cahaya ke sebuah LDR /penerima. Apabila kekuatan cahaya berkurang sampai nilai tertentu maka LDR akan mendeteksi adanya asap. Apabila ada asap dalam

jumlah yang tertentu maka sinar akan terhalang menuju LDR dan LDR akan menruskan data ke tampilan HMI yang menunjukkan kondisi ada asap.

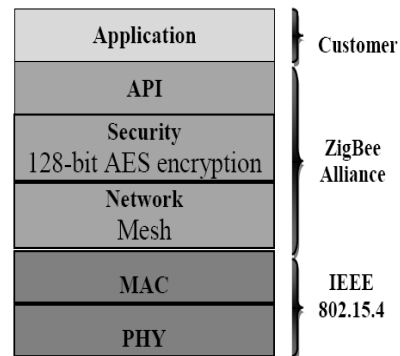


Gambar 2.4 Rangkaian Sensor Asap

### 2.3 Zigbee Sebagai Piranti Pengirim dan Penerima Data.

Protokol komunikasi ZigBee terdiri atas beberapa dua *sub stack* dan satu *application layer* yang mendefinisikan bagian perangkat lunak modul. *Stack* pertama, didefinisikan berdasar pada karakteristik standarisasi perangkat keras oleh IEEE 802.15.4 termasuk lapisan fisik dan *MAC (Physical and Media Access Control layer)*. Pada *stack* kedua dikembangkan oleh *ZigBee Alliance* dan termasuk dalam lapisan jaringan yang

mendukung topologi penjaluran pilihan keamanan yang diadopsi oleh *customer* dalam bingkai yang disebut API seperti yang ditunjuk pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Arsitektur Stack ZigBee

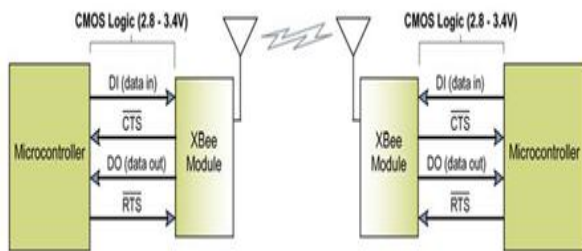
PHY	Frequency Band	Channel Numbering	Spreading Parameters		Data Parameters		
			Chip Rate	Modulation	Bit Rate	Symbol Rate	Modulation
868/915 MHz	868-870 MHz	0	300 kchip/s	BFSK	20 kb/s	20 kbaud	BFSK
	902-928 MHz	1 to 10	600 kchip/s	BFSK	40 kb/s	40 kbaud	BFSK
2.4 GHz	2.4-2.4835 GHz	11 to 26	2.0 Mchips	O-QPSK	250 kb/s	62,5 kbaud	16-ary Orthogonal

Tabel 1 Lebar Frekwensi dan Kecepatan Data pada Zigbee

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1, teknologi ini memiliki keunggulan diantaranya adalah ketahanan batere hingga lebih dari 3 tahun, kemudian jumlah titik dalam satu jaringan yang dapat mencapai 64.000 titik serta cakupan jangkauan transmisi mencapai 1600 meter dengan antena berpenguatan tinggi. Dilihat dari beberapa keunggulan serta kebutuhan yang diinginkan pada penelitian ini, maka penggunaan teknologi ZigBee

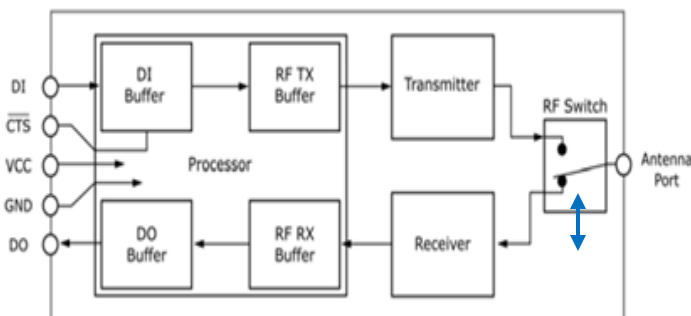
dimungkinkan dapat digunakan untuk melengkapi penelitian ini sehingga komunikasi data pada detektor kebakaran tanpa operator ini dapat berjalan dengan baik. Pembacaan dan pengukuran data pada detektor dan kemudian akan dikirimkan ke stasiun pemantauan melalui radio frekuensi (RF) berbasis teknologi ZigBee seperti ditunjukkan pada gambar 2.5

Prinsip kerja pengiriman dan penerimaan data dari modul *Wireless XBee-PRO* dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini.

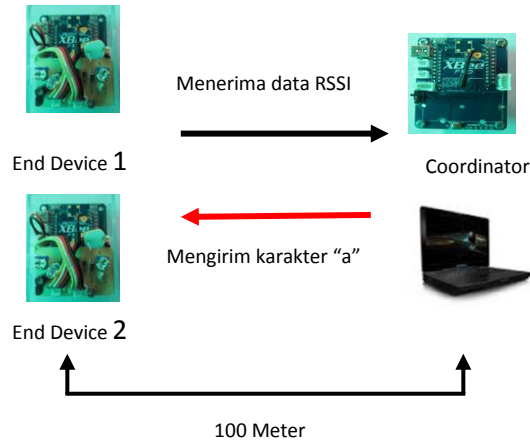


Gambar 2.6 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul XBee-PRO

Dari gambar 2.6 dapat dilihat bahwa pin-pin (Tx) dan (Rx) dari mikrokontroler dapat dikoneksikan langsung ke pin DIN dan DOUT pada *Zigbee*. Data yang masuk ke *Zigbee* melalui DIN akan disimpan terlebih dahulu di DI Buffer dan RF Tx Buffer sebelum ditransmisikan via port antenna menuju *zigbee* lainnya. Begitu juga sebaliknya dengan data yang diterima melalui port antenna. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini:

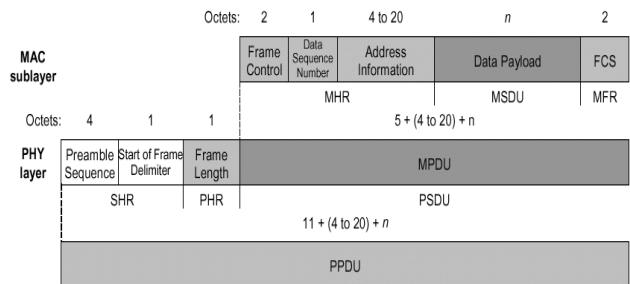


Gambar 2.7 Alur Data Internal Pada Modul XBee-PRO



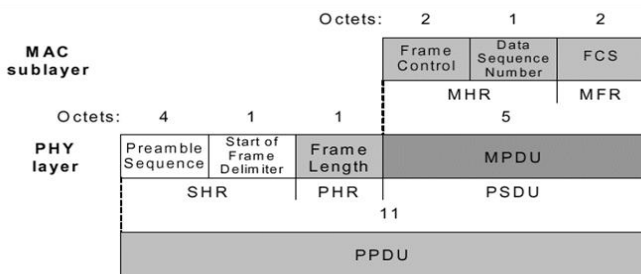
Gambar 2.8 Konfigurasi Sistem Pengiriman dan Penerimaan Data.

Karena standar ZigBee merupakan standar yang meliputi Layer 1 (*Physical*) dan Layer 2 (MAC) maka ZigBee bekerja dengan cara mengirimkan suatu *data frame*. Besar *data frame* yang dikirimkan bervariasi, tergantung dari jenis pengalamatan yang digunakan dan *data payload* yang dikirimkan. Jika akan mengirimkan 1 oktet data dengan menggunakan jenis pengalamatan yang paling sederhana (4 oktet) maka besar *data frame* yang akan dikirimkan untuk itu adalah sebesar 16 oktet.



Gambar 2.8 Struktur data frame dari Zigbee

Pada setiap pengiriman data disertakan suatu *Frame Check Sequence* (FCS) sebesar 2 oktet. FCS berfungsi sebagai indikator apakah data yang diterima valid atau tidak. End Device 1Jika mengirimkan *acknowledge frame* untuk memberitahu pengirim bahwa data yang diterima valid. Pengiriman *acknowledge frame* ini bersifat opsional sesuai dengan permintaan pengirim.



Gambar 2.9 Struktur *acknowledge frame* dari Zigbee

## 2.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian yang akan digunakan meliputi piranti perangkat keras dan perangkat lunak yaitu sebagai berikut:

- a. Perangkat Keras:
  - 1) Laptop Toshiba satellite L645, Intel Core 2 Duo Processor (2.00 GHz), 2GB DDR dan 250GB HDD.
  - 2) Xbee Pro 2,4GHz
  - 3) Detektor kebakaran (Sensor Suhu, sensor titik api dan sensor asap)
- b. Perangkat Lunak
 

Software pendukung dalam perancangan diantaranya:

  - 1) CodeVision AVR

- 2) Microsoft Visual Basic 6
- 3) Zigbee Operator

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengujian Kekuatan Sinyal yang diterima Coordinator

Data hasil grafik pengukuran kekuatan sinyal pada lantai I terhadap jarak dengan jarak ukur mulai dari 6 meter sampai 61 meter dengan mengelilingi ruangan disekitar gedung lantai pertama.



Grafik 3.1 Hubungan Jarak Terhadap Besaran Sinyal yang diterima Coordinator

Dalam grafik tergambar bahwa nilai kekuatan sinyal tertinggi yaitu -45,5 dBm pada jarak 61 meter. Pada jarak 46 meter, nilai terendah kekuatan sinyal pada End Device berganti menjadi -63,83 dBm.



Grafik 3.2 Hubungan Jarak Terhadap Besaran Sinyal yang diterima Coordinator

Dalam grafik tergambar bahwa nilai kekuatan sinyal tertinggi yaitu -54,16 dBm pada jarak 61 meter. Pada jarak 41,9 meter, nilai terendah kekuatan sinyal pada End Device berganti menjadi -75,0 dBm.



Grafik 3.3 Hubungan Jarak Terhadap Besaran Sinyal yang diterima Coordinator.

Dalam grafik tergambar bahwa nilai kekuatan sinyal tertinggi yaitu -53,5 dBm pada jarak 32,8 meter. Pada jarak 37,8 meter, nilai terendah kekuatan sinyal pada End Device berganti menjadi -85,16 dBm.



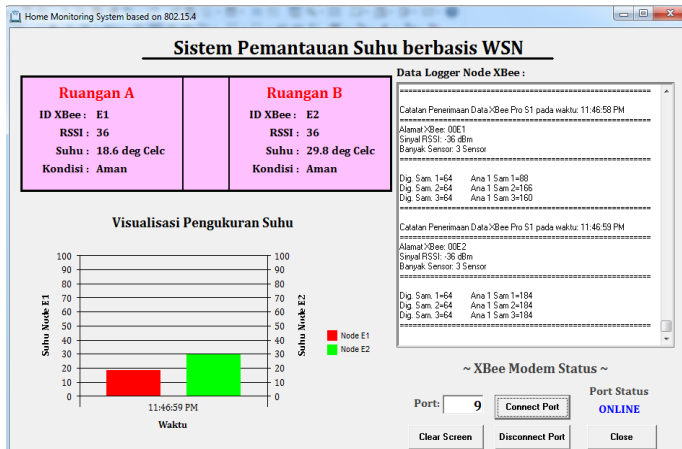
Grafik 3.4 Pengujian hubungan jarak terhadap kekuatan sinyal/RSSI (-dBm) diluar ruangan (Outdoor).

Dari hasil grafik data yang kita dapatkan dapat kita analisa sebagai berikut :

- Bahwa semakin bertambah jarak maka kekuatan sinyal/RSSI yang diterima semakin kecil.
- Kekuatan sinyal/RSSI dalam ruangan dan diluar ruangan menunjukkan karakteristik yang sama yaitu semakin jauh jaraknya maka kekuatan sinyalnya semakin mengecil.
- Dari hasil perbandingan kekuatan sinyal/RSSI baik didalam ruangan maupun diluar ruangan menunjukkan bukan karena kesalahan software tetapi lebih dari hasil pengukuran sebenarnya.
- Ketidaklinieran grafik pada percobaan indoor diakibatkan oleh pengukuran dengan perubahan kedudukan posisi *End Device*, kondisi cuaca, interferensi dan adanya halangan berupa dinding

### 3.2 Integrasi Data Ke HMI (*Human Machine Intervice*)

Pada tahapan terakhir adalah pengujian dan penerapan paket data serial ZigBee pada HMI(*Human Machine Interface*) yang dibangun menggunakan Visual Basic 6.0. Pada tahapan



pengujian sederhana dibuat tampilan program penerima data serial dari *End Device* ke *Coordinator*. Pengiriman data serial berisi paket identitas *API Rx I/O Data Received* yaitu perangkat *End Device* mengirimkan data sensor ke *Coordinator*.

Gambar 4.5 Penerima Data Serial Sistem Pemantau Suhu Berbasis WSN

Hasil pemantauan pada monitor menunjukkan keadaan real pada kondisi didalam ruangan yang menampilkan nilai suhu, kekuatan sinyal (RSSI) dan kondisi ruangan (Aman, ada asap, atau ada titik api).

## IV. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Komunikasi data pada setiap sensor (sensor titik api, suhu, dan asap) kebakaran dengan menggunakan perangkat *Transceiver* XBee 2,4GHz berbasis ZigBee secara umum sudah dapat dibangun untuk proses pengiriman data parameter kebakaran dan pengendalian jarak jauh dengan menempatkan 2 titik sebagai *End Device* yang berfungsi mencuplik data sensor pada detektor, dan 1 titik sebagai *Coordinator* yaitu yang terhubung langsung dengan komputer sebagai media penampil sistem pemantauan suhu dengan jalur komunikasi UART mode pemrograman *API(Application Programming Interface)*.

Hasil uji jarak dan kekuatan sinyal pada titik perangkat Radio XBee berbasis ZigBee menghasilkan jarak terjauh dalam komunikasi data sejauh 70,8 meter (Indoor) dalam mode bergabung ke jaringan kembali (*join a network*) dalam waktu antara 10-11 detik. Pada jarak ini implementasi komunikasi data pada sistem detektor kebakaran dapat diterapkan dengan baik.

### 4.2 Saran

Pada tahapan penerapan perangkat perlu diperhatikan kondisi penempatan sensor dalam ruangan agar proses pemantauan kondisi ruangan agar dapat bekerja dengan optimal dan menghasilkan data yang presisi. Perancangan sistem catu daya untuk tenaga perangkat XBee dapat dibuat semaksimal mungkin agar dalam penerapannya betul – betul dapat mencatu sistem secara maksimal dan disertai dengan sistem pengisian secara berkala dan otomatis seperti pemasangan sistem catu daya menggunakan Solar Sel dengan daya cukup rendah.

Selain perancangan catu daya yang perlu diperhatikan juga kita harus memperhatikan model pengemasan rangkaian elektronis pada detektor dalam hal ini adalah sensor dan komponen elektronisnya. Sehingga kemasan rangkaian elektronis juga dapat dibuat tahan terhadap cuaca panas bahkan tetap terjaga agar tidak terkena sinar matahari ataupun tetesan hujan secara langsung. Kestabilan suhu kerja pada bagian sistem elektronis komunikasi data akan menjadikan kinerja perangkat dalam membangun komunikasi data menjadi lebih baik.

Memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian berikutnya dengan menambah lebih banyak *End Device* dan *Router* agar jangkauan dapat lebih jauh lagi. Adapun XBee yang digunakan ada baiknya menggunakan XBee Pro seri 2 agar topologi yang digunakan dapat bervariasi.

### Daftar Pustaka

- [1] Ahamed,S.S.Riaz.2005, The Role of Zigbee Technology in Future Data Communication System, sathak Institute of Technology.
- [2]Eady, Fred. *“Hands-On ZigBee Implementing 802.15.4 with Microcontrollers”*, Elsevier Ltd, 2007.
- [3] Faludi, Robert., *“Building Wireless Sensor Network”*, O’Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, (pp.100 – 101).
- [4] Farahani, Shahin., *“ZigBee Wireless Networks and Transceivers”*, Elsevier Ltd, 2008.Galitz, W. O. (2007). *The Essential Guide to User Interface Design An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. Indiana, Canada: Wiley Publishing, Inc.
- [5] Gislason, Drew. 2008. *ZigBee Wireless Networking*